

UFS：即将登场的美国数值天气预报的芯片诠释“统一”理念

■ 贾朋群 张萌

2022年初召开的美国气象学会（AMS）第102届年会上，美国国家海洋和大气管理局（NOAA）的统一预报系统（Unified Forecast System, UFS）成为多个分会场最热的主题之一。简要回顾UFS不长的历史，一些新理念的提出，折射出已经开始并在未来将不断强化的围绕被称为国家芯片的气象预报系统发展的新维度。

2014年UFS的概念最早在美国出现，当时作为美国下一代预报系统（NGGPS）的组成部分，意在统一预报在“应用”层面上的编码和基础设施，让系统的编码走向开放和社区化。然而，此时因为NGGPS仅仅是NOAA，甚至具体到NWS（国家气象局），所用的开发、社区等，在意境上更多瞄准从NWS到NOAA的扩大。

2017年美国联邦政府通过的《天气研究和创新法》，带来了NOAA创新必须汲取更广泛资源的氛围。就在该法案出台前一年AMS的一次会议上，来自企业、高校和NOAA的学者在一张餐巾纸上勾画出的EPIC（Earth Prediction Innovation Center，地球预报创新中心）和扩大到更广泛社区的UFS呼之欲出（图1）。

国家立法和业务、高校及企业三方学者通过头脑风暴的策划，很快让UFS“统一”的成色升级。其中，最具意义的是同样在NGGPS资助下，由NOAA主导的全球模式试验平台（GMTB）开发的CCPP（Common Community Physics Package，通用物理包），在2018年前一直是在NOAA内部开发。2019年，NOAA和NCAR达成协议，合作开发CCPP框架（CCPP-Framework），作为两家统一预报系统（UFS）和大气集成模式系统（SIMA）的一部分。而且，CCPP作为UFS重要的工具和编程接口，其升级和开源代码一直通过软件开发托管平台GitHub自由分发。这时，UFS概念中的“统一”真正在至少整个美国学界落地，UFS也开始步NCAR开发著名的WRF模式的机制，以“众筹”方式面向创新者而“不问西东”，UFS的官方网站<https://ufscommunity.org>也彻底独立化成为真正的“第三方”。

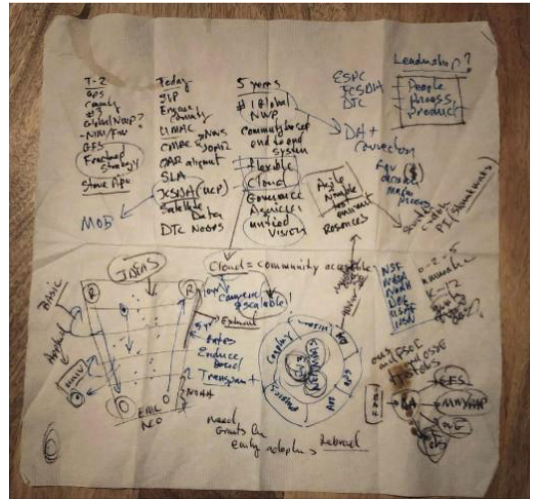


图1 在AMS的一次会上，来自企业、高校和NOAA的几位学者在一张餐巾纸上勾勒出的EPIC和UFS框架（来源：<https://doi.org/10.1175/BAMS-D-21-0030.1>）

UFS项目的实施，还为NOAA预报系统（即GFS模式）走上软件工程意义上有序管理带来机会。伴随UFS开放式的发展进程，GFS需要实施代码重构，并且制定完善和用户友好的文档以方便外部的介入。这对于最早在1970年代后期开始编程的GFS，意义或许也是重大的。甚至很多NOAA内部人员，都认为数代研发人员、以百万计程序语句组成的GFS，犹如一个复杂的拼图迷宫（jigsaw puzzle），加上开发一直在内部进行，不仅程序仅仅适用于气象部门内部硬件而无法在其他计算系统上运行，就连各种技术手册等辅助材料也基本缺失。

可以期待，基于UFS的新版本GFS，其效益包括但不限于：强化了公司气象编程人员之间的合作；模式在气象企业有了更多的开展定制服务的机会；预报模式衍生产品和后端增值更加顺畅和有效；与计算硬件平台无关的GFS编码保持价格竞争力；最后，也是最重要的，UFS带来NOAA模式开放范式的转变：“众筹”让模式研发走得更远的同时，也为业务模式越做越强带来了机会（图2）。

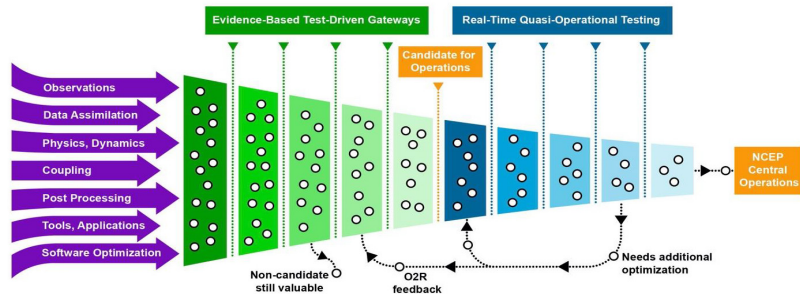


图2 在UFS研发环境和流程中，前部更多共享激活了更多参与者，而在选择投入业务的一系列测试和不断反复的改进过程，成为更高水平业务模式的造血机制（来源：UFS Quarterly, July to December 2021）

（作者单位：中国气象局气象干部培训学院）